

İzmir Körfezi'nde Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)'nin Yaş ve Büyüme Özellikleri Üzerine Araştırmalar

Dilek Uçkun, *Sencer Akalın, Melahat Toğulga

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye
*E mail: sencer.akalin@ege.edu.tr

Abstract: *Investigations of the age and growth of Anchovy (Engraulis encrasicolus L., 1758) in Izmir Bay.* In this study, a total of 1161 anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758), specimens collected from the purse-seine boats operating in İzmir Bay during the period from the January 1997-December 1997 were investigated. The fork length and the total weight of both sexes varied from 6.2-14.0 cm and from 1.46-22.47 g, respectively. Female:male ratio was 1:0.33 and maximum age group was determined as III. Most specimens belonged to age group I. The von Bertalanffy's growth equations in length and weight were $L_t=14.93(1-e^{-0.628(t-0.710)})$ and $W_t=26.17(1-e^{-0.628(t-0.710)})^{3.130}$ for all specimens. Length-weight relationship equation were estimated as $W=0.0057L^{3.130}$. Condition factors were determined between 0.449 and 0.839 for females, from 0.550-0.864 for males.

Key Words: *Engraulis encrasicolus*, age and growth, condition factor, Izmir Bay.

Özet: Bu araştırmada, Ocak 1997-Aralık 1997 tarihleri arasında İzmir Körfezi'nden gırgır tekneleriyle avlanan balıkçılardan temin edilen 1161 adet hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) bireyi incelenmiştir. Örneklerin çatal boyları 6.2-14.0 cm ile ağırlıkları 1.46-22.47 g arasında değişmiştir. Dişi:erkek oranı 1:0.33 ve maksimum yaş III olarak tespit edilmiştir. En fazla bireye I yaş grubunda rastlanmıştır. Tüm bireyler için boy ve ağırlığa göre von Bertalanffy büyüme denklemleri $L_t=14.93(1-e^{-0.628(t-0.710)})$ $W_t=26.17(1-e^{-0.628(t-0.710)})^{3.130}$ olarak bulunmuştur. Boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W=0.0057L^{3.130}$ olarak hesaplanmıştır. Kondisyon faktörü değerleri dişi bireylerde 0.449-0.839, erkek bireylerde ise 0.550-0.864 arasında tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Engraulis encrasicolus*, yaş ve büyüme, kondisyon faktörü, İzmir Körfezi.

Giriş

Ülkemiz deniz balıkları üretiminin % 76 gibi oldukça önemli bir kısmını hamsi (373.000 ton) oluşturmaktadır. Ege Denizi'nde de 10.940 tonluk av verimi ile birinci sırada yer almaktadır (D.İ.E., 2002). Araştırma alanımızı oluşturan ve bölgenin en verimli ortamlarından biri durumundaki İzmir Körfezi, ekonomik balıkların yumurtlama alanlarını oluşturması açısından da ayrıca önem taşımaktadır. Balık stoklarından ekonomik anlamda en verimli şekilde yararlanabilmek için öncelikle stok tespitlerinin yapılması, bu amaçla da, türlerin yaş ve büyüme özellikleri gibi temel biyolojik parametrelerinin ortaya konması gerekmektedir. Bu türün yumurta ve larval gelişimleri üzerinde gerek ülkemiz denizlerinde, gerekse farklı denizlerde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak türün yaş ve büyüme özellikleriyle ilgili olarak denizlerimizde çok az sayıda araştırma yapılmıştır (Ünsal, 1989; Erkoyuncu ve Özdamar, 1989; Özdamar vd., 1991). Diğer denizlerde yapılan çalışmalar da yine sınırlı sayıda olup, özellikle son yıllarda gerçekleştirilmiştir (Pertiera, 1987; Bellido vd., 2000; Sinovcic, 2000; Basillone vd., 2004; Bouaziz ve Bennoui; 2004).

Bu denli önemli bir tür olan hamsi üzerinde İzmir Körfezi'nde yaptığımız bu çalışma ile türün yaş ve büyüme özellikleri belirlenerek ileride yapılacak detaylı çalışmalara temel oluşturmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma materyalimizi oluşturan Hamsi (*E. encrasicolus* L., 1758) türüne ait toplam 1161 adet örnek, Ocak 1997-Aralık 1997 tarihleri arasında aylık olarak İzmir Körfezi'ndeki ticari gırgır teknelerinden temin edilmiştir. Örneklerin çatal boy (FL) ölçümleri 1 mm ve total ağırlık (W) ölçümleri ise 0.01 g hassasiyette yapılmıştır. Cinsiyet tayinleri gonadların dış görünüşüne bakılarak makroskopik olarak gerçekleştirilmiştir. Bir yıl boyunca elde edilen örneklerin dişi-erkek oranları arasında istatistiksel açıdan fark olup olmadığını saptamak amacıyla Ki-kare (χ^2) testi uygulanmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 1997). Balıkların yaş tayini için otolitlerden yararlanılmıştır. % 4'lük NaOH çözeltisinde temizlenen ve % 30 - % 70'lik alkol serilerinde şeffaflaştırılan otolitler, gliserin içerisinde binoküler mikroskop altında incelenmiştir. Yaş tayinleri sonucunda bireyler yaş gruplarına göre sınıflandırılmış ve her yaş grubuna ait ortalama boy ve ağırlık değerleri eşeylere göre ayrı ayrı ve her iki eşey birlikte olmak üzere hesaplanmıştır. Büyümenin matematiksel olarak incelenmesinde von Bertalanffy büyüme eşitlikleri kullanılmıştır. Yaş-boy ilişkisi için; $L_t=L_{\infty}(1-e^{-k(t-t_0)})$, Yaş-ağırlık ilişkisi için; $W_t=W_{\infty}(1-e^{-k(t-t_0)})^b$ eşitlikleri esas alınmıştır (Sparre vd., 1989). Boy-ağırlık ilişkisinin incelenmesinde, $W=aL^b$ allometrik büyüme denkleminde yararlanılmıştır (Ricker, 1979). Kondisyon faktörünün (K) hesaplanmasında ise; $K=(W/L^b) \cdot 100$ eşitliği kullanılmıştır (Gibson ve Ezzi, 1980).

Tablolardaki aritmetik ortalamalar % 95 güvenirlilik aralığı (CI) içinde verilmiştir (p=0.05). Güvenirlilik sınırları; CI=SE(Standart hata) \times t_{0.05}(n-1) eşitliğinden bulunmuştur.

Bulgular

İzmir Körfezi'nden elde edilen 1161 adet hamsi bireyinin 835'inin dişi (% 71.95), 273'ünün erkek (% 23.49) ve 53'ünün ise cinsiyeti belirsiz (%4.56) bireylerden oluştuğu saptanmıştır. Tüm örnekler için dişi erkek oranı 1:0.33 olarak bulunmuştur. Uygulanan χ^2 testi sonucunda dişi-erkek oranları arasında istatistiksel açıdan fark olduğu tespit edilmiştir ($\chi^2=285.06 > \chi^2_{0.05}=3.84$, p \leq 0.05).

616 adet bireyin otolit okumaları sonucunda örneklerin 0-III yaş grupları arasında dağılım gösterdiği ve en fazla bireyin % 50.48'lik oranla I. yaş grubuna ait olduğu saptanmıştır (Tablo 1). 0+ yaş grubu ikinci kalabalık grubu oluştururken (% 32.96), III yaş grubuna ait bireye ise çok düşük (% 1.62) bir oranda rastlanmıştır.

Tablo 1. *E. encrasicolus* bireylerinde yaş ve eşey kompozisyonu.

Yaş grubu	♀		♂		♀ + ♂	
	N	%N	N	%N	N	%N
0+	156	25.33	47	7.63	203	32.96
I	171	27.76	140	22.73	311	50.48
II	70	11.36	22	3.57	92	14.94
III	7	1.14	3	0.49	10	1.62
Total	404	65.59	212	34.41	616	100.00

Körfezdeki hamsi bireylerinin genel boy dağılımı incelendiğinde; örneklerin 6.2-14.0 cm çatal boyları arasında ve en kalabalık boy grubunun % 38'lik oranla 9.0-10.0 cm'lik grupta olduğu saptanmıştır (Şekil 1). Ağırlık açısından ise 1.46-22.47 g arasında dağılım gösteren bireylerin, önemli bir bölümünün (% 61) 4.0-8.0 g ağırlık sınıfında buldukları tespit edilmiştir (Şekil 2).

Körfez'deki *E. encrasicolus* bireylerinin çatal boy (FL) ve total ağırlıkları (W) dişi, erkek ve tüm bireyler için yaş gruplarına göre değerlendirilmiş ve her yaş grubuna ait minimum, maksimum ve ortalama boy ve ağırlık değerleri belirlenmiştir (Tablo 2,3).

Tablo 2. *E. encrasicolus* örneklerinin yaş gruplarına bağlı boy değerleri.

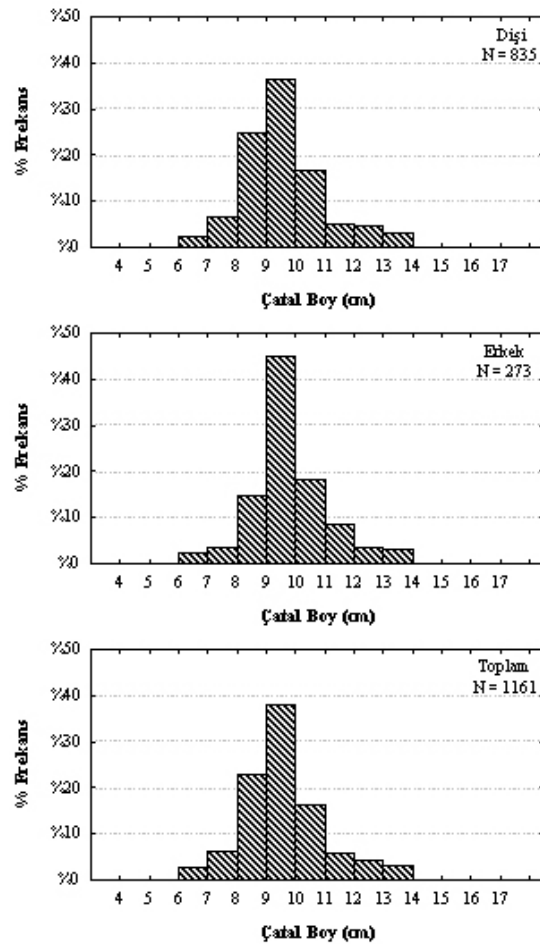
Yaş Grupları	N	FL \pm CI	Min.	Maks.	SH	
♀	0+	156	8.11 \pm 0.116	6.2	9.2	0.059
	I	171	9.83 \pm 0.066	9.1	10.9	0.033
	II	70	12.24 \pm 0.234	10.7	14.0	0.117
	III	7	13.50 \pm 0.339	13.0	14.0	0.139
♂	0+	47	8.19 \pm 0.207	6.6	9.1	0.103
	I	140	9.82 \pm 0.072	9.0	10.9	0.036
	II	22	12.13 \pm 0.462	10.9	13.9	0.222
	III	3	13.43 \pm 0.712	13.1	13.8	0.166
♀+♂	0+	203	8.13 \pm 0.101	6.2	9.1	0.051
	I	311	9.83 \pm 0.049	9.0	10.9	0.024
	II	92	12.21 \pm 0.206	10.7	14.0	0.104
	III	10	13.48 \pm 0.247	13.1	14.0	0.109

Buna göre hamsinin İzmir Körfezi'nde 0+ ve III yaş grupları için ortalama çatal boy değerleri sırasıyla 8.13 cm, 9.83 cm, 12.21 cm ve 13.48 cm olarak tespit edilmiştir.

Ortalama total ağırlıkları ise; 4.10 g, 7.36 g, 14.37 g ve 18.64 g olarak bulunmuştur.

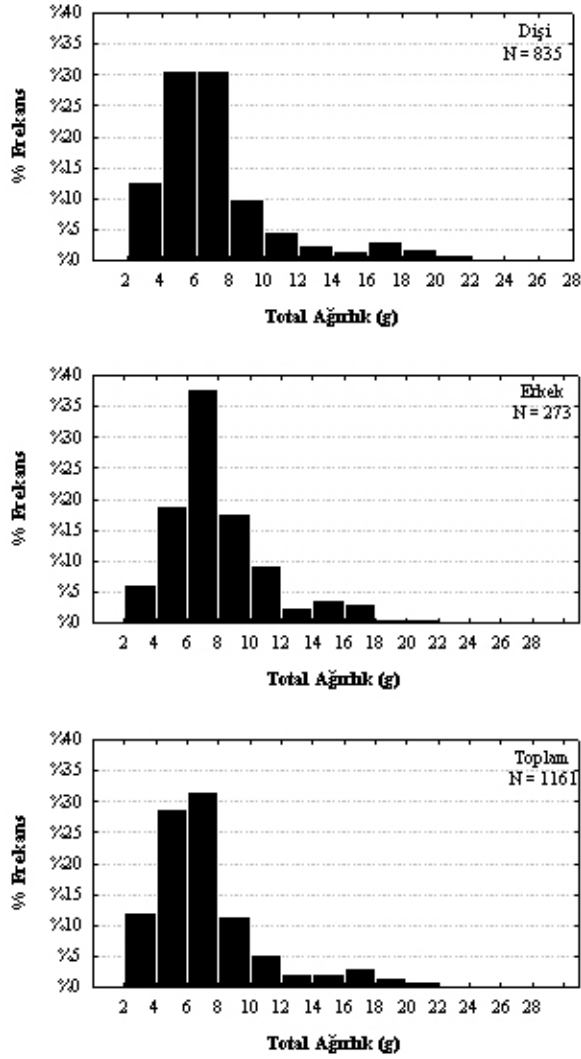
Tablo 3. *E. encrasicolus* örneklerinin yaş gruplarına bağlı ağırlık değerleri.

Yaş Grupları	N	W \pm CI	Min.	Maks.	SH	
♀	0+	156	4.02 \pm 0.169	1.86	6.32	0.085
	I	171	7.07 \pm 0.171	4.74	11.78	0.086
	II	70	14.54 \pm 0.911	8.50	21.83	0.456
	III	7	19.13 \pm 1.056	17.46	20.67	0.431
♂	0+	47	4.39 \pm 0.390	2.13	9.28	0.194
	I	140	7.71 \pm 0.219	4.95	11.40	0.111
	II	22	13.82 \pm 1.511	9.68	21.13	0.726
	III	3	17.51 \pm 5.872	14.36	20.05	1.365
♀+♂	0+	203	4.10 \pm 0.159	1.86	9.28	0.080
	I	311	7.36 \pm 0.141	4.74	11.78	0.071
	II	92	14.37 \pm 0.773	8.50	21.83	0.389
	III	10	18.64 \pm 1.266	14.36	20.67	0.560



Şekil 1. *E. encrasicolus* bireylerinin boy dağılımı.

İzmir Körfezi'ne ait *E. encrasicolus* örneklerinin von Bertalanffy'ye göre hesaplanan büyüme parametreleri Tablo 4'de verilmiştir. Bu bölgeden örneklenen bireylerin ulaşabileceği L_{∞} değeri 14.93 cm ve W_{∞} değeri ise 26.17 g olarak bulunmuştur.

Şekil 2. *E. encrasicolus* bireylerinin ağırlık dağılımı.Tablo 4. *E. encrasicolus* bireylerinin von Bertalanffy büyüme parametreleri.

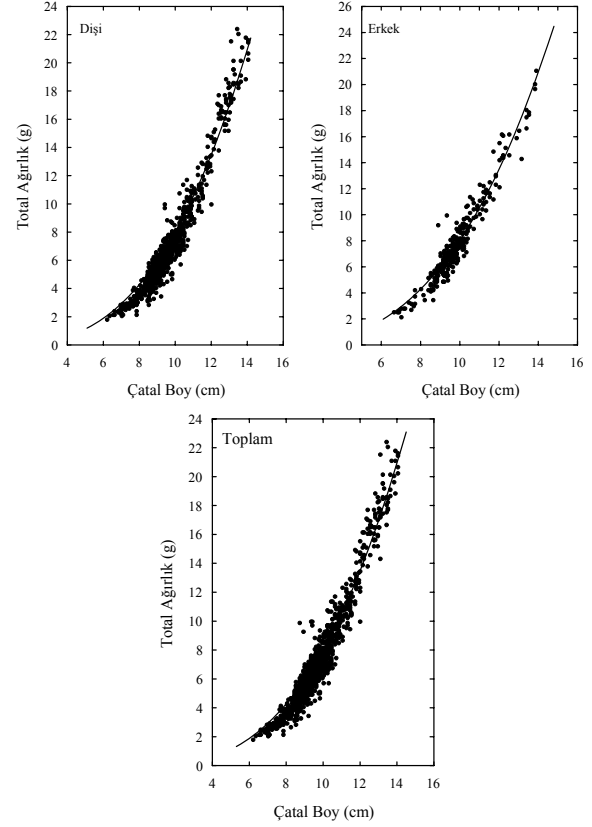
	N	k	t ₀	L _∞	W _∞
♀	404	0.648	-0.667	14.88	25.99
♂	212	0.575	-0.827	15.10	27.10
♀+♂	616	0.628	-0.710	14.93	26.17

Bireylerin boy-ağırlık parametrelerinden "b" (regresyon katsayısı) değeri, dişilerde 3.216, erkeklerde 2.839 ve tüm bireylerde ise 3.130 olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). Ayrıca regresyon katsayılarının standart hataları da hesaplanmış ve bulunan değerlere t-testi uygulanmıştır (Tablo 5). Bu sonuçlara göre *E. encrasicolus*'un dişi bireylerinde pozitif allometrik, erkek bireylerinde ise negatif allometrik bir büyümenin olduğu görülmüştür. Tüm bireyler için ise, ağırlık boy ile pozitif allometrik bir artış sergilemektedir. Korelasyon katsayılarının (r) bire yakın oluşu da, boy ile ağırlık arasında iyi bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Tablo 5. *E. encrasicolus* bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi parametreleri.

	a	b	se (b)	N	r	t-test
♀+♂	0.0046	3.216	0.022	836	0.978	10.409
♀	0.0116	2.839	0.041	273	0.968	-3.927
♂	0.0057	3.130	0.019	1162	0.973	7.474

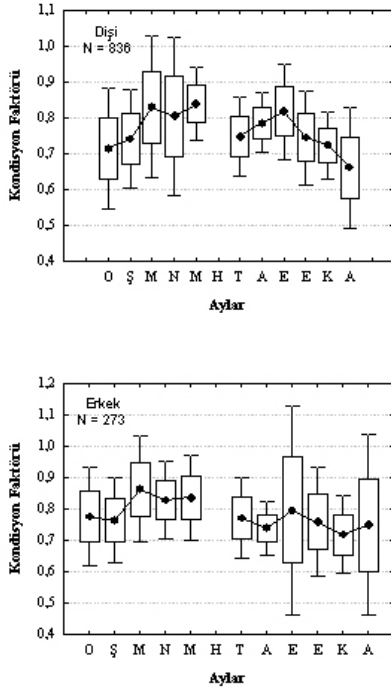
^a (t-test, $t < t_{0.05, n-200} = 1.65$)

Şekil 3. Dişi *E. encrasicolus* bireylerinin boy-ağırlık ilişkisi eğrisi.

E. encrasicolus bireylerine ait, kondisyon faktörü değerleri aylara göre her iki eşey için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Şekil 4). Buna göre, dişi bireylerde en yüksek değerlere Mart (0.831) ve Mayıs (0.839), erkek bireylerde ise yine Mart ayında (0.864) olmak üzere üremenin başladığı ilkbahar mevsiminde rastlanmıştır. En düşük değerler ise, hem dişi hem de erkek bireylerde Aralık ayında (0.449 ve 0.550) tespit edilmiştir.

Tartışma

Bu çalışmada, İzmir Körfezi'ndeki hamsinin yaş ve büyüme özelliklerini belirlemek amacıyla, Ocak 1997-Aralık 1997 tarihleri arasında temin edilen 1161 adet hamsi bireyi incelenmiştir. Dişi:erkek oranı 1:0.33 olarak tespit edilen bireylerin, otolit okumaları sonucunda 0+ ile III yaş grupları arasında dağılım gösterdiği ve I. yaş grubunun (% 50.48) körfezde baskın durumda olduğu saptanmıştır. Örneklerin çatal boyları 6.2-14.0 cm ve total ağırlıkları ise 1.46-21.83 g arasında değişmiştir.



Şekil 4. Dişi ve erkek *E. encrasicolus* bireylerinin aylara göre kondisyon faktörü değerleri.

Yaş gruplarına göre ortalama çatal boy değerleri ile von Bertalanffy büyüme parametreleri, farklı bölgelerde diğer araştırmacılar tarafından bildirilen değerlerle birlikte Tablo 6 ve 7'de verilmiştir. Ortalama değerlerimizin diğer sonuçlara göre düşük olmasının nedeni ölçümlerde çatal boyu kullanmış olmamızdan kaynaklanmaktadır. L_{∞} değerimiz Karadeniz'deki değerlerle benzerlik gösterirken, bu değer in Atlantik'te daha büyük olarak saptandığı göze çarpmaktadır. Bunda en önemli faktörün çalışmamız sonucunda elde edilen maksimum yaşın III ile sınırlı kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Büyüme parametrelerinden k değerinin yüksek olması, Hamsi'nin İzmir Körfezi'ndeki büyümesinin hızlı olduğunun bir göstergesidir. Benzer k değeri Sinovcic (2000) tarafından Adriatik Denizi için tespit edilmiştir.

Tablo 6. *E. encrasicolus* bireylerinin farklı bölgelerde saptanan yaş gruplarına göre ortalama boy değerleri.

	Bölge	Boy	0+	I	II	III	IV	V
Pertiera (1987)	Katalan D.	TL	-	11.88	12.93	14.68	16.64	-
Ünsal (1989)	Karadeniz	TL	7.95	10.01	11.67	12.71	-	-
Özdamar vd. (1991)	Karadeniz	TL	8.64	10.28	13.04	13.71	-	-
Bellido vd. (2000)	İspanya	TL	-	11.31	15.82	17.67	18.42	18.73
Sinovcic (2000)	Adriatik	TL	-	11.9	14.8	16.8	17.6	-
Basilone vd. (2004)	Sicilya kıyı.	TL	9.29	11.77	13.38	14.63	-	-
Bouaziz ve Bennoui (2004)	Cezayir	TL	-	8.11	10.64	12.88	14.51	15.88
Bu çalışma (2004)	İzmir K.	FL	8.13	9.83	12.21	13.48	-	-

Tablo 7. *E. encrasicolus* bireylerinin farklı bölgelerde saptanan von Bertalanffy büyüme parametreleri.

	Bölge	Boy aralığı	L_{∞}	k	t_0	Φ
Pertiera (1987)	Katalan D.	-	20.6	0.38	-0.937	2.208
Ünsal (1989)	Karadeniz	7.5-13.0	15.73	0.317	2.197	1.895
Özdamar vd. (1991)	Karadeniz	6.7-16.1	16.77	0.324	2.271	1.960
Bellido vd. (2000)	KD Atlantik	4.0-18.5	18.95	0.90	-	2.51
Sinovcic (2000)	Adriatik	7.5-18.7	19.4	0.57	-0.5	2.331
Basilone vd. (2004)	Sicilya kıyı.	7.0-16.0	18.6	0.29	-1.81	2.001
Bouaziz ve Bennoui (2004)	Cezayir	6.7-17.5	21.59	0.216	1.178	2.003
Bu çalışma (2004)	İzmir K.	6.2-14.0	14.93	0.628	-0.710	2.146

İzmir Körfezi'ndeki *E. encrasicolus* bireylerinin boy-ağırlık ilişkisi parametreleri diğer çalışma sonuçları ile birlikte Tablo 7'de verilmiştir. Buna göre körfezdeki hamsilerin dişi bireylerinde pozitif allometrik, erkek bireylerinde ise negatif allometrik bir büyümenin olduğu ve tüm bireyler için ağırlık ile boyun pozitif allometrik bir artış sergilediği saptanmıştır. Büyüme performansı indeksleri (Φ) karşılaştırıldığında, türün İzmir Körfezi'nde Karadeniz, Sicilya ve Cezayir kıyılarındaki populasyonlara göre daha hızlı bir büyüme gösterdiği söylenebilir. Adriatik ve Atlantik'te ise bu değerlerin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunda en önemli etkenin ise beslenme olduğu düşünülmektedir.

Tablo 8. *E. encrasicolus* bireylerinin farklı bölgelerde saptanan boy-ağırlık ilişkisi parametreleri.

	Bölge	N	a	b	r
Erkoyuncu ve Özdamar (1989)	Karadeniz	842	0.0023	3.416	-
Sinovcic (2000)	Adriatik	20910	0.0040	3.0	-
Bellido vd. (2000)	KD Atlantik	-	-	-	-
Bu çalışma (2004)	İzmir K.	1161	0.0057	3.130	0.973

E. encrasicolus bireylerine ait, kondisyon faktörü değerleri her iki eşey için aylara göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Buna göre, dişi bireylerde en yüksek değerler Mart (0.831) ve Mayıs (0.839), erkek bireylerde ise yine Mart ayında (0.864), en düşük değerler ise, hem dişi hem de erkek bireylerde Aralık ayında (0.449 ve 0.550) tespit edilmiştir. İzmir Körfezi'nde hamsinin üreme periyodu Mart ve Eylül ayları arasında bildirilmiştir (Mater, 1979). Çalışmamızda total ağırlığın (gonadlı balık ağırlığının) kullanıldığı kondisyon faktörü hesaplamalarında, maksimum değerlere ilkbahar, minimum değerlere ise kış mevsiminde rastlanması, üreme periyodunun bu dönemler arasında olmasının bir sonucudur. Erkoyuncu ve Özdamar (1989) da Karadeniz için türün kondisyon faktörü değerlerinin; Kasım'dan (0.698) Mart'a kadar (0.533) azaldığını belirtmiş ve maksimum değeri 0.703 (Aralık), ortalama değeri ise 0.627 olarak rapor etmişlerdir.

Kaynakça

- Anonymous, 2002. Fishery Statistics 2002, Turkish Prime Minister State Institute of Statistics, Ankara.
- Basilone, G. C. Guisande, B. Patti, S. Mazzola, A. Cuttitta, A. Bonanno, A. Kallianiotis, 2004. Linking habitat conditions and growth in the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). Fisheries Research, 68, 9-19.
- Bellido, J.M., G.J. Pierce, J.L. Romero, M. Millan, 2000. Use of frequency analysis methods to estimate growth of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in the Gulf of Cadiz (SW Spain). Fisheries Research, 48, 107-115.
- Bouaziz, A., A. Bennoui, 2004. Etat d'exploitation de L'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linne, 1758) dans la Baie D'Alger. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 37, 318.
- Erkoyuncu, İ. and E. Özdamar, 1989. Estimation of the age, size and sex composition and growth parameters of anchovy *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Black Sea. Fisheries Research, 7, 241-247.
- Gayanilo, Jr., F.C., P. Sparre, and D. Pauly, 1994. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. FAO Computerized Information Series, Fisheries. No. 1048.
- Gibson, R. and I.A. Ezzi, 1980. The biology of the scaldfish, *Arnoglossus laterna* (WALBAUM) on the west coast of Scotland. J. Fish Biol. (17):5, pp. 565-575.
- Mater, S. 1979. Investigations on Morphology, Abundance, Distribution and Mortality of Pelagic Eggs and Larvae of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) in İzmir Gulf (Turkey). Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 25/26,10.
- Özdamar, E., K. Kihara, İ. Erkoyuncu, 1991. Some biological characteristics of European anchovy *Engraulis encrasicolus*, L. in the Black Sea. Journal fo the Tokyo University of Fisheries, Vol. 78, No. 1, p. 57-64.
- Pertierra, J.P. 1987. Crecimiento del boquerón (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) (Pisces, Engraulidae) de la costa catalana (Mediterraneo noroccidental). Inv. Pesq. 51(2), pags. 263-275.
- Pertierra, J.P. 1995. A study of the population dynamics of the Northwestern Mediterranean anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Using LCA (Length Cohort Analysis) Rapp. Comm. int. Mer. Medit., 34, p.
- Pauly, D. 1980. On the Relationships between Natural Mortality, Growth Parameters And Mean Environmental Temperature in 175 Fish Stocks, J. Cons. Int. Explor. Mer., 39(2): 175-192.
- Ricker, W.E. 1979. Growth Rates and Models, in Fish Physiology (Har, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R., eds.), Vol. VII, Bioenergetics and Growth, Academic Press, pp. 677-743.
- Sinovicic, G. 1998. The population dynamics of the juvenile anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.), under the Estuarine conditions (Novigrad Sea-Central Eastern Adriatic). CIHEAM-IAMZ, p. 273-282.
- Sinovicic, G. 2000. Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. ACTA ADRIAT. 41(1):3-53.
- Sümbüloğlu, K. ve V. Sümbüloğlu, 1997. Biyoistatistik. Hatipoğlu Yayınevi, 7. baskı, Ankara, 269 sayfa.
- Sparre, P., E. Ursin, S.C. Venema, 1989. Introduction to tropical fish stock assesment. Part 1-Manual. FAO Fish. Tech. Pap. No: 306/1, 1-163.
- Ünsal, N. 1989. A study on age-length-weight relationship and determination of the smallest catcing size of anchovy *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Black Sea. İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi. 3, 1-2:17-28.